

## Sensor and method for the manufacture

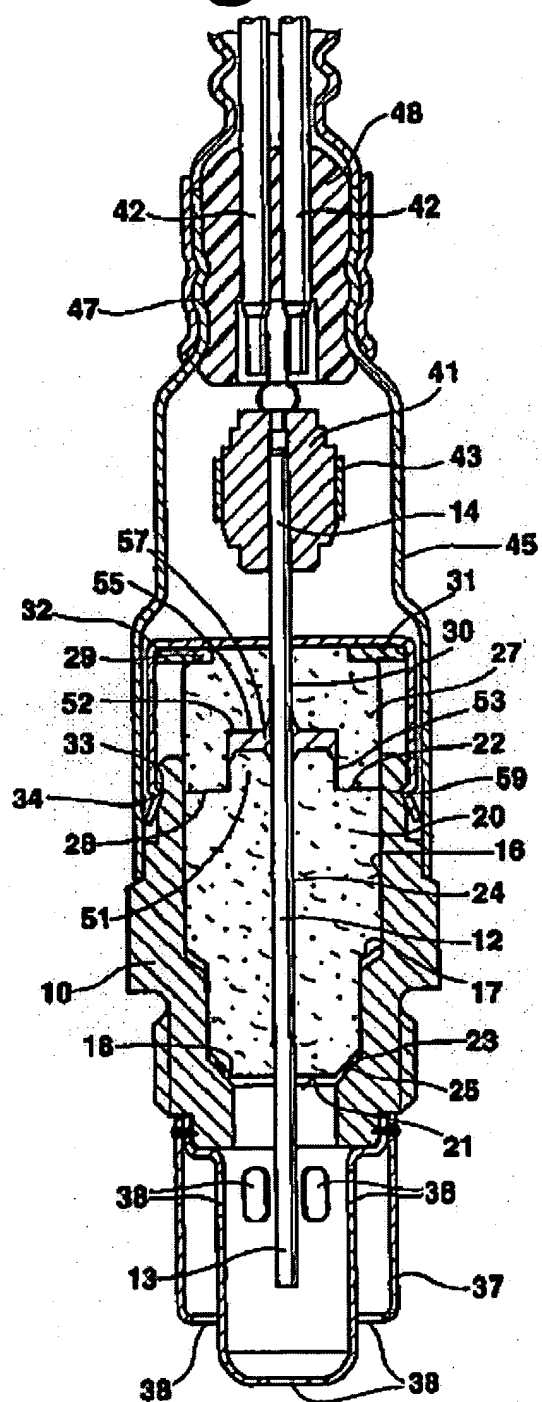
**Patent number:** DE19707456  
**Publication date:** 1998-08-27  
**Inventor:** WIEDENMANN HANS-MARTIN DR (DE); GEIER HEINZ (DE); WEYL HELMUT (DE); FRIESE KARL-HERMANN DR (DE)  
**Applicant:** BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
**Classification:**  
- **international:** G01N27/407  
- **european:** G01N27/407E, G01N27/407  
**Application number:** DE19971007456 19970225  
**Priority number(s):** DE19971007456 19970225

**Also published as:**

WO9838505 (A1)  
EP0895594 (A1)  
US6408680 (B2)  
US2001045120 (A1)

**Abstract of DE19707456**

The invention relates to a detector, specially one determining the oxygen content in exhaust gases of internal combustion motors, and to a method for the production thereof. The detector comprises a fixture for a sensor element (12) located in a longitudinal bore (16) of a metal casing (10), in which the sensor element (12) is accommodated with a gastight seal, said seal being a glass seal (57). The fixture comprises a ceramic molded part (20) located in the measuring gas portion and a ceramic molded part (27) in the connecting portion, both parts being axially arranged one behind the other. The glass seal (57) is hot pressed into a hollow cavity (55) provided between both ceramic molded parts (20, 27).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑩ DE 197 07 456 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 N 27/407

②① Aktenzeichen: 197 07 456.1  
②② Anmeldetag: 25. 2. 97  
④③ Offenlegungstag: 27. 8. 98

DE 197 07 456 A 1

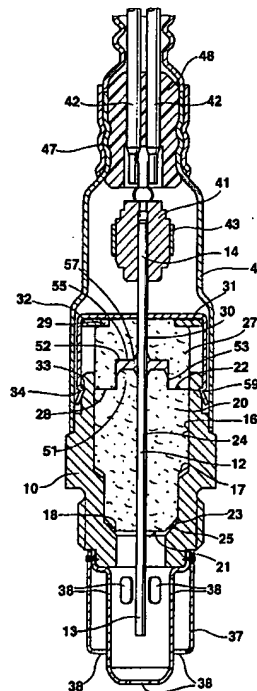
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Friese, Karl-Hermann, Dr., 71229 Leonberg, DE;  
Geier, Heinz, 71229 Leonberg, DE; Weyl, Helmut,  
71701 Schwieberdingen, DE; Wiedenmann,  
Hans-Martin, Dr., 70195 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Meßfühler und Verfahren zu dessen Herstellung

⑤⑦ Es wird ein Meßfühler, insbesondere zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes im Abgas von Verbrennungsmotoren und ein Verfahren zu dessen Herstellung vorgeschlagen. Der Meßfühler umfaßt eine in einer Längsbohrung (16) eines metallischen Gehäuses (10) angeordnete Aufnahme für ein Sensorelement (12), in der das Sensorelement (12) mittels einer Sensorelementdichtung gasdicht aufgenommen ist, wobei die Sensorelementdichtung eine Glasdichtung (57) ist. Die Aufnahme weist ein meßgasseitiges Keramikformteil (20) und ein anschlusseitiges Keramikformteil (27) auf, die axial hintereinander liegend angeordnet sind. Zwischen den beiden Keramikformteilen (20, 27) ist ein Hohlraum (55) ausgebildet, in dem die Glasdichtung (57) warm eingepreßt ist.



DE 197 07 456 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Meßfühler nach der Gattung des Hauptanspruchs. Ein derartiger Meßfühler ist aus der US-PS 5 467 636 bekannt, bei dem ein planares Sensorelement in einer Durchführung eines abgasseitigen, unteren Keramikformteils mittels eines Dichtelements gasdicht fixiert ist. Das abgasseitige Keramikformteil hat an der dem Abgas abgewandten Stirnfläche eine Vertiefung, die die Durchführung umgibt und in die eine Glasdichtung eingebracht ist. Auf der Glasdichtung sitzt ein weiteres Keramikformteil auf, das mittels einer Metallot-Verbindung mit dem Gehäuse verbunden ist. Die Glasdichtung umschließt das Sensorelement innerhalb der Vertiefung und stellt eine gasdichte Verbindung zwischen Keramikformteil und Sensorelement an dieser Stelle her.

## Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße Meßfühler mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß ein mechanisch stabiler und gasdichter Verbund des planaren Sensorelements mit beiden Keramikformkörpern möglich ist. Die damit erzielte hermetische Abdichtung des Sensorelements ist rüttelfest, so daß während des Einsatzes des Meßfühlers im Kraftfahrzeug eine über die Einsatzdauer mechanisch stabile hermetische Fixierung des Sensorelements erzielbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht eine rationelle Herstellung der gasdichten Fixierung des Sensorelements.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind Weiterbildungen und Verbesserungen des erfindungsgemäßen Meßfühlers sowie des Verfahrens zu dessen Herstellung möglich. Ein besonders mechanisch stabiler und gasdichter Verbund zwischen Sensorelement und den Keramikformteilen wird erreicht, wenn die Glasdichtung das Sensorelement möglichst weitflächig bedeckt, jedoch nicht merklich zum vorderen, beim späteren Betrieb des Meßfühlers thermisch hoch beanspruchten Bereich vordringt. Die Anordnung einer pulverförmigen Zusatzdichtung meßgasseitig vor der Glasdichtung verhindert beim Einschmelzprozeß das Vordringen von Glasfluß in den vorderen, thermisch hoch beanspruchten Bereich des Sensorelements. Zweckmäßig für den Herstellungsprozeß ist, daß die beiden Keramikformteile an den zueinanderweisenden Stirnseiten in Form einer Matrize und eines Stempel s ausgebildet sind und demgemäß aufeinander einwirken. Dadurch ist ein Verpressen der Glasdichtung und der ggf. eingesetzten pulverförmigen Zusatzdichtung unter Ausnutzung der Geometrie der Keramikformteile möglich. Die Ausbildung eines Spaltes zwischen Matrize und Stempel hat den Vorteil, daß die Glasdichtung beim Verpressen in den Spalt entweichen kann. Dadurch ist es möglich, daß mit einer hohen Einpreßkraft gearbeitet werden kann. Gleichzeitig wird dadurch vermieden, daß die beiden Stirnseiten der Keramikformteile aufeinandertreffen. Zusätzlich kann eine weitere Glasdichtung in den Ringspalt zwischen die Keramikformteile eingesetzt werden bzw. eine ringförmige Metall-Folie oder -Platte eingelegt werden, mit der ein formschlüssiger Verbund beider Keramikteile erreicht wird.

## Zeichnung

Drei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Meßfühler,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Sensorelementdichtung für das Sensorelement in unverbautem Zustand mit einer Vorrichtung zur Herstellung der Dichtung,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Sensorelementdichtung in unverbautem Zustand und

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Sensorelementdichtung in unverbautem Zustand.

## Ausführungsbeispiele

Der in Fig. 1 dargestellte Meßfühler ist ein elektrochemischer Meßfühler zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Abgasen von Verbrennungsmotoren. Der Meßfühler hat ein metallisches Gehäuse 10, in dem ein plättchenförmiges Sensorelement 12 mit einem meßgasseitigen Endabschnitt 13 und einem anschlußseitigen Endabschnitt 14 angeordnet ist. Das Gehäuse 10 ist mit einem Gewinde als Befestigungsmittel für den Einbau in ein nicht dargestelltes Abgasrohr ausgeführt. Im Gehäuse 10 ist ferner eine Längsbohrung 16 mit beispielsweise einer ersten schulterförmigen Ringfläche 17 und einer zweiten schulterförmigen Ringfläche 18 angeordnet.

In der Längsbohrung 16 ist ein meßgasseitiges Keramikformteil 20 mit einer meßgasseitigen Durchführung 24 sowie mit einer meßgasseitigen Stirnseite 21 und einer anschlußseitigen Stirnseite 22 angeordnet. Die meßgasseitige Stirnseite 21 ist mit einem konisch verlaufenden Dichtsitz 23 ausgebildet, der auf einem auf der zweiten schulterförmigen Ringfläche 18 aufliegenden metallischen Dichttring 25 aufsitzt. Über dem meßgasseitigen Keramikformteil 20 ist ein anschlußseitiges Keramikformteil 27 mit einer anschlußseitigen Durchführung 30 sowie mit einer meßgasseitigen Stirnseite 28 und einer anschlußseitigen Stirnseite 29 angeordnet.

Auf der anschlußseitigen Stirnseite 29 des anschlußseitigen Keramikformteils 27 liegt eine, unter mechanischer Vorspannung stehende Tellerfeder 31 auf, die mittels einer rohrförmigen Haltekappe 32 auf das aus dem Gehäuse 10 herausstehende meßgasseitige Keramikformteil 27 drückt, wobei die Haltekappe 32 in eine an der Außenseite des Gehäuses 10 angeordnete Ringnut 33 mittels Rastnasen 34 eingreift. Mittels der Haltekappe 32 und der Tellerfeder 31 sind die beiden Keramikformteile 20, 27 in axialer Richtung vorgespannt, so daß das meßgasseitige Keramikformteil 20 mit dem konischen Dichtsitz 23 auf den Dichttring 25 drückt. Dadurch bildet sich zwischen Gehäuse 10 und dem Keramikformteil 20 ein gasdichter Dichtsitz aus.

Der aus dem Gehäuse herausragende meßgasseitige Endabschnitt 13 ist beispielsweise von einem doppelwandigen Schutzrohr 37 mit Gasein- und Gasauslaßöffnungen 38 mit Abstand umgeben.

Am anschlußseitigen Endabschnitt 14 hat das Sensorelement 12 nicht näher dargestellte Kontakte, die mittels eines Kontaktsteckers 41 mit Anschlußkabeln 42 kontaktiert sind. Der Anschlußstecker 41 besteht beispielsweise aus zwei Keramikteilen, die mittels eines Spannstücks 43 zusammengehalten werden. Der aus dem anschlußseitigen Keramikformteil 27 herausragende anschlußseitige Endabschnitt 14 des Sensorelements 12 ist mit einer Metallhülse 45 umgeben, die mit dem Gehäuse 10 gasdicht verschweißt ist und die eine rohrförmige Öffnung 47 aufweist, in der sich eine Kabeldurchführung 48 zum Durchleiten der Anschlußkabel 42 befindet.

Das meßgasseitige Keramikformteil 20 hat an der anschlußseitigen Stirnseite 22 eine stempelförmigen Ansatz 51, der die meßgasseitige Durchführung 24 umgibt. Das an-

schlußseitige Keramikformteil 27 hat an der meßgasseitigen Stirnseite 28 eine Vertiefung 52, in die der stempelförmige Ansatz 51 mit einem Radialspalt 53 eintaucht. Zwischen der Stirnseite des stempelförmigen Ansatzes 51 und dem Boden der Vertiefung 53 ist ein Hohlraum 55 ausgebildet, der mit einer Glasdichtung 57 ausgefüllt ist. Es ist auch möglich, den stempelförmigen Ansatz 51 am anschlußseitigen Keramikformteil 27 und die Vertiefung 52 am meßgasseitigen Keramikformteil 20 auszubilden.

Die Glasdichtung 57 realisiert eine hermetische Abdichtung des Sensorelements 16 in den Keramikformteilen 20, 27. Die Dimensionierung des stempelförmigen Ansatzes 51 und der Vertiefung 52 ist derart ausgeführt, daß sich zwischen den sich gegenüberliegenden Ringflächen des meßgasseitigen Keramikformteils 20 und des anschlußseitigen Keramikformteils 27 ein Ringspalt 59 ausgebildet. Der Ringspalt 59 dient dazu, daß das Einschmelzglas der Glasdichtung 57 beim Verpressen über den Radialspalt 53 in den Ringspalt 59 entweichen kann.

Als Glasdichtung 57 eignet sich ein Einschmelzglas, wie beispielsweise ein Li-Al-Silikatglas oder ein Li-Ba-Al-Silikatglas. Dem Einschmelzglas können Zusatzstoffe beigegeben werden, durch die eine Verbesserung des Fließverhaltens der Glasschmelze erzielt werden kann.

Als Zusatzstoffe können zur Plastifizierung der Glasdichtung 57 beim Fügeprozeß pulverförmige Stoffe wie Kupfer, Aluminium, Eisen, Messing, Graphit, Bornitrid, MoS<sub>2</sub> oder ein Gemisch dieser Stoffe eingesetzt werden. Als Flußmittel für die Glasdichtung 57 werden beispielsweise Li-Carbonat, Li-Seifen, Borax oder Borsäure verwendet. Zur Anpassung der thermischen Ausdehnung eignet sich die Zugabe von Ausgleichsfüllstoffen, wie Al-Nitrid, Si-Nitrid, Zr-Wolframat oder ein Gemisch dieser Stoffe. Eine weitere Verbesserung des Verbundes der Glasdichtung 57 mit der Keramik der Keramikformteile 20, 27 wird erreicht, wenn der Glasdichtung 57 ein keramischer Binder, wie Al-Phosphat oder Cr-Phosphat, zugesetzt wird.

Um eine weitflächige Benetzung des Sensorelements 12 mit der Glasdichtung 57 zu erreichen, sind bei den vorliegenden Ausführungsbeispielen die Seitenflächen der meßgasseitigen Durchführung 24 und der anschlußseitigen Durchführung 30 der Keramikformteile 20, 27 zum Hohlraum 55 hin jeweils mit einer konischen verlaufenden Erweiterung 61 ausgebildet (Fig. 2, 3 und 4).

Drei Ausführungsbeispiele der Sensorelementdichtung in unverbautem Zustand mit jeweils einer Vorrichtung zur Herstellung der Glasdichtung 57 gehen aus den Fig. 2, 3 und 4 hervor.

Die Vorrichtung weist einen Träger 70 als Maurize mit einer Aufnahme 71 und einem Anschlag 72 auf. In der Aufnahme 71 sind die Keramikformteile 20 und 27 mit dem in den Durchführungen 24, 30 aufgenommenen Sensorelement 12 positioniert. Die axiale Lage des Sensorelements 12 wird dabei durch den Anschlag 72 vorgegeben, wobei das Sensorelement 12 mit dem meßgasseitigen Endabschnitt 13 auf dem Anschlag 72 aufliegt. Zunächst wird das meßgasseitige Keramikformteil 20 mit dem Sensorelement 12 in die Aufnahme 71 eingesetzt. Auf die Stirnfläche des stempelförmigen Ansatzes 51 wird ein Glas-Halbzeug 63, z. B. in Form einer Glas-Pille oder einer Glas-Folie, aufgesetzt, wobei das Glas-Halbzeug 63 eine Öffnung aufweist, mit der das Glas-Halbzeug 63 über das Sensorelement 12 geschoben wird. Das anschlußseitige Keramikformteil 27 wird sodann auf das Glas-Halbzeug 63 aufgesetzt, wobei der anschlußseitige Endabschnitt 14 des Sensorelements 12 durch die Durchführung 30 ragt. In der beschriebenen Anordnung wird auf das anschlußseitige Keramikformteil 27 mittels eines Preßstempels 74 eine Preßkraft von beispielsweise 600 kp aufge-

bracht. Vorher wurde jedoch das Glas-Halbzeug 32, z. B. mittels einer im Träger 70 untergebrachten Heizeinrichtung, auf eine Temperatur oberhalb der Erweichungstemperatur des verwendeten Einschmelzglases bzw. der verwendeten Glaskeramik erwärmt. Beim Verpressen wird das fließfähige Glas-Halbzeug 63 verformt und dabei in die konischen Erweiterungen 61 sowie in den Radialspalt 53 gepreßt. Ein über den Radialspalt 53 hinaus fließendes Einschmelzglas kann dabei in den stirnseitigen Ringspalt 53 entweichen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel ist in Fig. 3 dargestellt. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dadurch, daß in den Ringspalt 59 ein weiteres ringförmiges Glas-Halbzeug 64 eingesetzt ist. Das fließfähige, weitere Glas-Halbzeug 64 wird beim Verpressen, wie das Glas-Halbzeug 63, verformt, so daß der Ringspalt 59 zusätzlich mit einer weiteren Glasdichtung abgedichtet wird.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Sensorelementdichtung geht aus der Anordnung in Fig. 4 hervor. Dort ist meßgasseitig unterhalb des Glas-Halbzeugs 63 ein vorgepreßtes und ggf. vorgesintertes weiteres Halbzeug 65 angeordnet. Als Material für das weitere Halbzeug 65 sind grundsätzlich besonders geeignet solche Stoffe mit guter plastischer Verformbarkeit, wie Talkum, Kaolin, Ton, Bentonit, Graphit, Bornitrid u. a. Beim Einwirken des Stempels 74 wird beim Verpressen des fließfähigen Glas-Halbzeugs 63 gleichzeitig das Halbzeug 65 zu seinen Pulverbestandteilen verformt, so daß eine pulverförmige Zusatzdichtung entsteht. Das Pulver dringt dabei vor dem Einfließen des Einschmelzglases in den durch die konische Erweiterung 61 gebildeten Spalt der meßgasseitigen Durchführung 24 ein, so daß das Fließen des Einschmelzglases zum thermisch hochbelasteten, meßgasseitigen Ende des Keramikformteils 20 verhindert wird.

Die in den Fig. 3 und 4 dargestellten Vorrichtungen entsprechen der Vorrichtung der Fig. 2. Das Verfahren zur Herstellung der Glasdichtung 57 nach Fig. 4 kann dabei gemäß dem mit der Vorrichtung in Fig. 2 realisierten Verfahren durchgeführt werden. Es ist jedoch auch denkbar, zunächst das weitere Halbzeug 65 mittels eines Stempels zu Pulver zu verformen und in den Spalt zwischen Sensorelement und meßgasseitiger Durchführung einzudrücken und anschließend das Glas-Halbzeug 63 nach der Arbeitsweise gemäß Fig. 2 zu verpressen. Eine weitere Ausführungsform der Sensorelementdichtung nach Fig. 4 mit einer weiteren Glaseinschmelzung im Ringspalt 59, wie beim Ausführungsbeispiel in Fig. 3, ist ebenfalls möglich.

#### Patentansprüche

1. Meßfühler, insbesondere zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes in Abgasen von Verbrennungsmotoren, mit einer in einer Längsbohrung eines metallischen Gehäuses angeordneten Aufnahme für ein Sensorelement, in der das Sensorelement mittels einer Sensorelementdichtung gasdicht aufgenommen ist, wobei die Sensorelementdichtung eine Glasdichtung enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aufnahme für das Sensorelement (12) ein meßgasseitiges Keramikformteil (20) und ein anschlußseitiges Keramikformteil (27) aufweist und daß zwischen den beiden Keramikformteilen (20, 27) ein Hohlraum (55) ausgebildet ist, in dem die Glasdichtung (57) warm eingepreßt ist.
2. Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das meßgasseitige Keramikformteil (20) und das anschlußseitige Keramikformteil (27) axial hintereinanderliegend angeordnet sind, daß das eine Keramikformteil (20) einen stempelförmigen Ansatz (51)

und das andere Keramikformteil (27) eine Vertiefung (52) aufweist, und daß der Hohlraum (55) in der Vertiefung (52) ausgebildet ist.

3. Meßfühler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der stempelförmige Ansatz (51) an dem meßgasseitigen Keramikformteil (20) und die Vertiefung (52) an dem anschlußseitigen Keramikformteil (27) ausgebildet sind.

4. Meßfühler nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der stempelförmige Ansatz (51) in der Vertiefung von einem Radialspalt (53) umgeben ist.

5. Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasdichtung (57) ein Li-Al-Silikatglas oder ein Li-Ba-Al-Silikatglas enthält.

6. Meßfühler nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasdichtung (57) neben den Glasbestandteilen Zusatzstoffe, wie Plastifizierer, Flußmittel, Füllstoffe oder ein Gemisch dieser Zusatzstoffe enthält.

7. Meßfühler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß Plastifizierer Stoffe wie Kupfer, Aluminium, Eisen, Messing, Graphit, Bornitrid  $\text{MoS}_2$  oder ein Gemisch dieser Stoffe sind.

8. Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramikformteile (20, 27) jeweils eine axial verlaufende Durchführung (24, 30) zur Aufnahme des Sensorelements (12) aufweisen und daß zumindest eine der Durchführungen (24, 30) der Keramikformteile (20, 27) mit einer zum Hohlraum (55) weisenden Aufweitung (61) ausgeführt ist.

9. Meßfühler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest am meßgasseitigen Keramikformteil (20) die Sensorelementdichtung zusätzlich zur Glasdichtung (57) mindestens eine pulverförmige Dichtpackung aufweist.

10. Meßfühler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die pulverförmige Dichtpackung an der thermisch stärker belasteten Seite benachbart zur Glasdichtung (57) im Hohlraum (55) angeordnet ist.

11. Meßfühler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die pulverförmige Dichtpackung aus einer Keramik besteht.

12. Meßfühler nach Anspruch 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die pulverförmige Dichtpackung aus Steatit, Graphit, Bornitrid,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  oder einer Mischung dieser Stoffe besteht.

13. Verfahren zur Herstellung eines Meßfühlers nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die beiden Keramikformteile ein Glas-Halbzeug eingesetzt wird und daß das Glas-Halbzeug zur Glasdichtung bei einer Temperatur warm verpreßt wird, die mindestens der Erweichungstemperatur des verwendeten Glases beziehungsweise der verwendeten Glaskeramik entspricht.

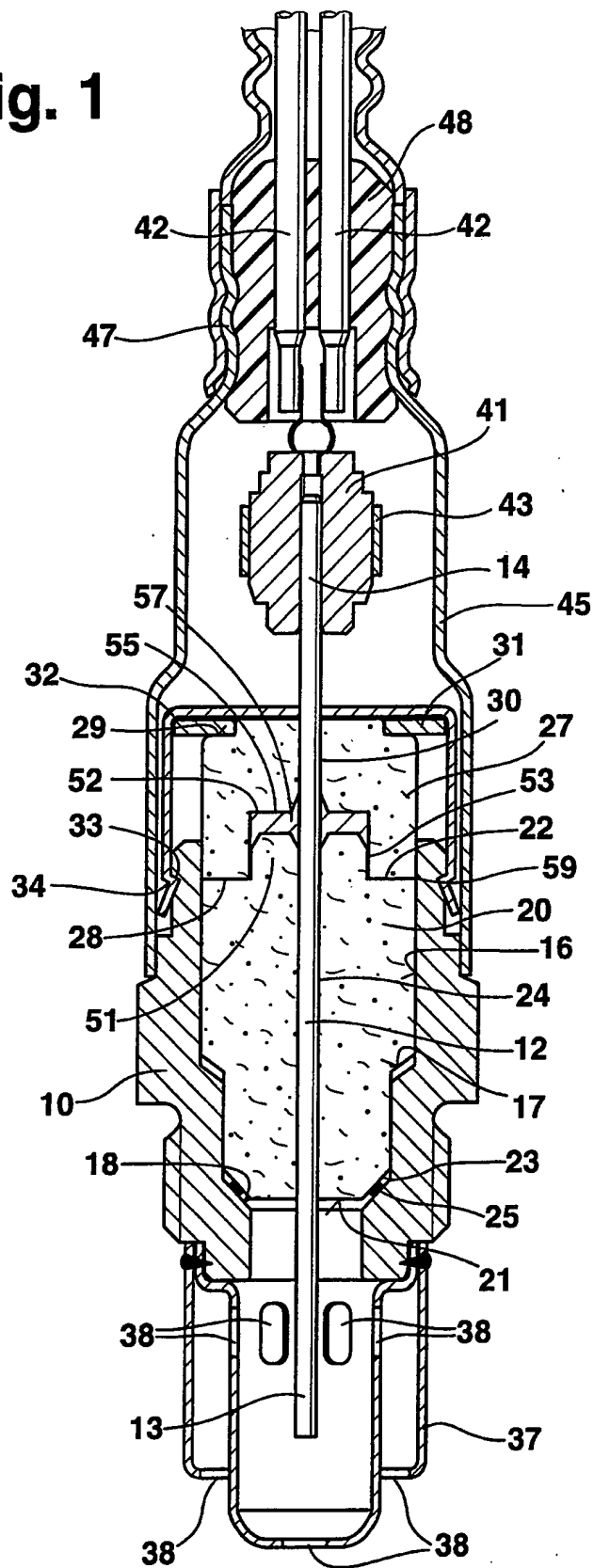
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßkraft zum Verpressen des Glas-Halbzeugs (63) 400–700 Kilopond beträgt.

15. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das meßgasseitige Keramikformteil, das Sensorelement, das Glas-Halbzeug, das anschlußseitige Keramikformteil und gegebenenfalls die pulverförmige Dichtpackung in Zusammenbaustellung in eine Matrize eingesetzt werden, daß das Glas-Halbzeug in der Matrize auf mindestens die Erweichungstemperatur erwärmt wird, und daß anschließend mittels eines Stempels die Preßkraft auf das anschlußseitige

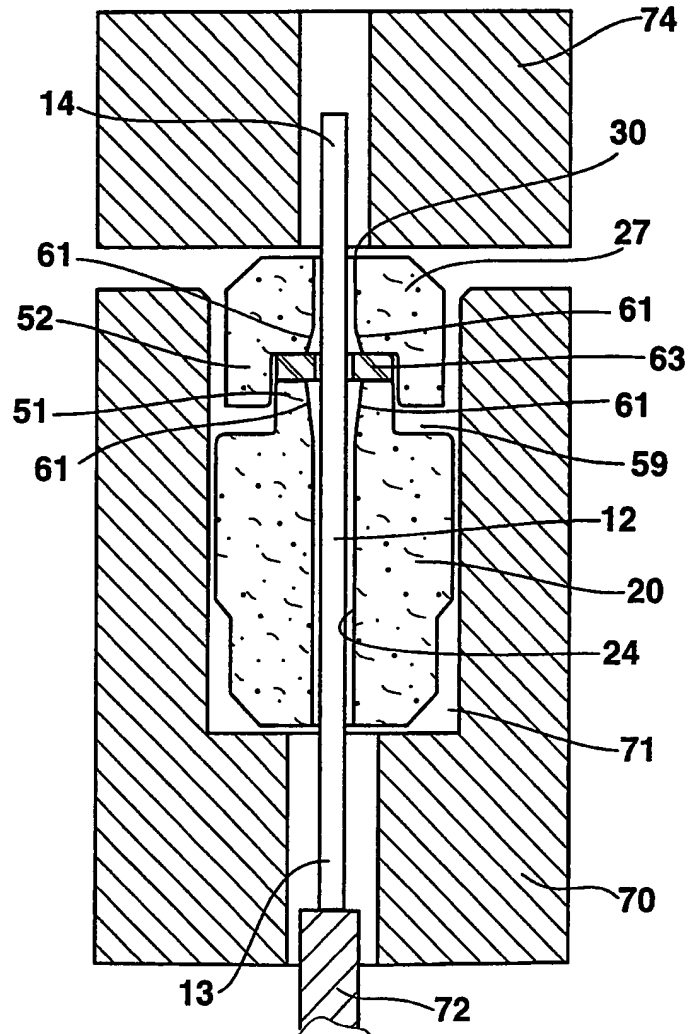
Keramikformteil aufgebracht wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

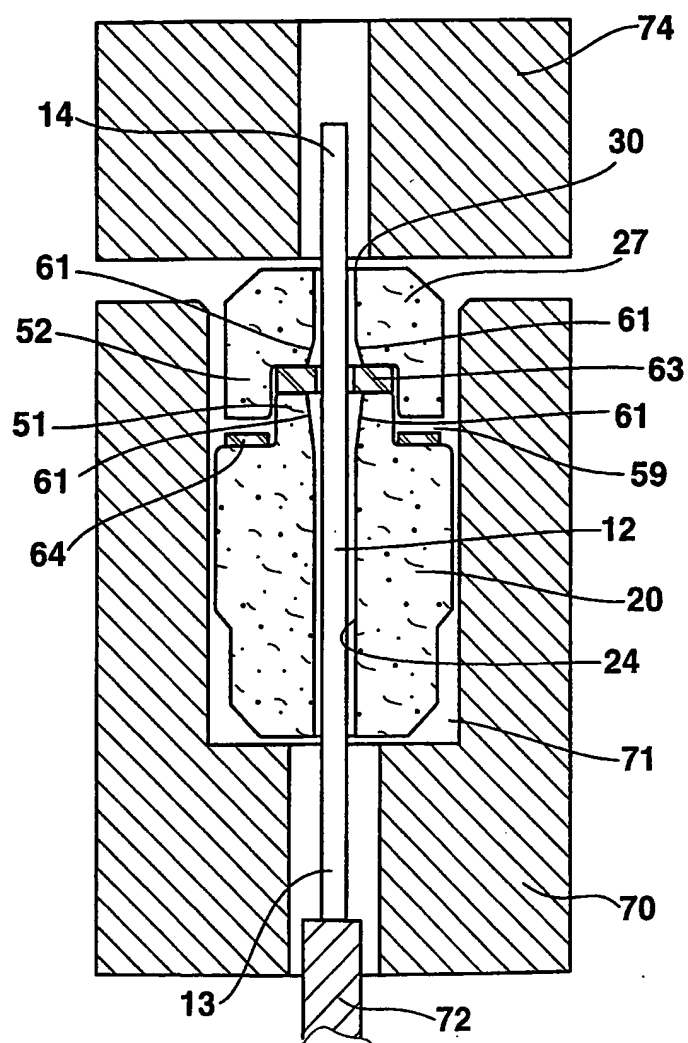


**Fig. 2**





**Fig. 3**



**Fig. 4**

